Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Tonseminar

Sommersemester 2005

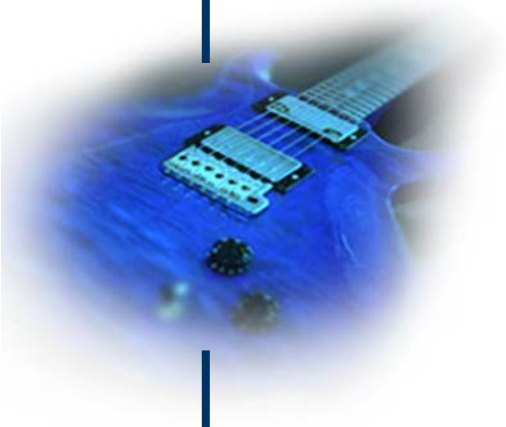
Jens Schmelzle, AM4

Tonabnehmer

Gitarre&Bass

Themenüberblick:

- Geschichte der E-Gitarre
- Bauformen und Klangeigenschaften elektromagnetischer Pickups
- Sonstige Tonabnehmer



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

USA 20er Jahre: größere Jazzorchester mit Bläsern & Schlagzeug, Gitarren zu leise

Vollakustische und Hawaii-Gitarren
(🔊 David Lindley), „Lap steel guitars“

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Experimerimente:

Lloyd Loar (1923 elektrostatisch-kapazitiver Tonabnehmer)

Lester Polfus (Piezoelement von Plattenspieler)

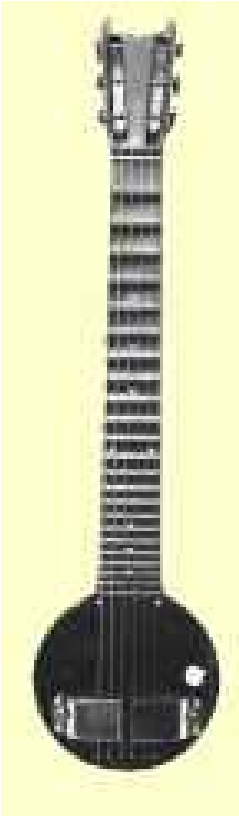
Kohlekörner-Mikros im Korpus

→ zu viele Störgeräusche

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Rowe/DeArmond:
Elektromagnetischer Pickup
→ Saitenschwingung, aber kein Luftschall abgenommen

1931, Beauchamp/Barth:
Erste serienmäßige E-Gitarre aus Aluminium (Rickenbacker A22/A25)
„Frying Pan“



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Andere Hersteller folgten:
z.B. Gibson „ES150“

Gitarre konnte als Soloinstrument im Jazzorchester eingesetzt werden: um 1940 Eddie Durham, Charlie Christian
→ „Bebop“

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

1948: Lester Polfus [Les Paul] baut Sustain Block aus Hartholz in Korpus („The Log“)

- Quasi keine Korpusresonanz
- Weniger rückkopplungsänfällig
- Mehr Sustain
- Erste „Semi-Solid“-Gitarre

Gibson lehnt „Besenstiel“ zunächst ab

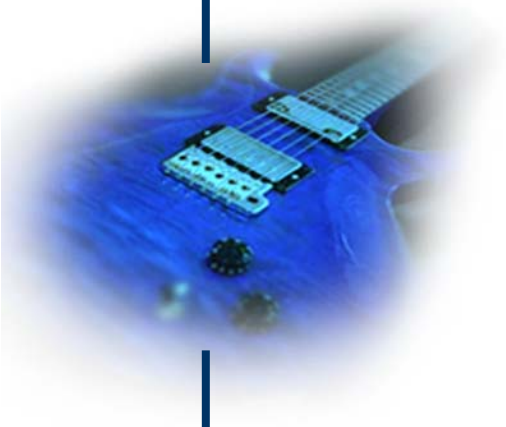
Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Durchbruch der Solid Body-Gitarre

1948: Telecaster

Leo Fender:
ex-Radiotechniker
aus Los Angeles

1953: Stratocaster, bis heute meistgespielte E-Gitarre der Welt



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Zeitgleich: Entwicklung des E-Basses

v.l.n.r.:

1951: Fender Precision Bass

1960: Fender Jazz Bass

ca.1960: Höfner Violin Bass

1983: Steinberger

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Gibson will beste Solid Body-Gitarre bauen

1952: Gibson „Les Paul Model“ (Les Paul als Werbeträger), seit den 60er Jahren Verkaufsschlager

Orville Gibson
(1856-1918)

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

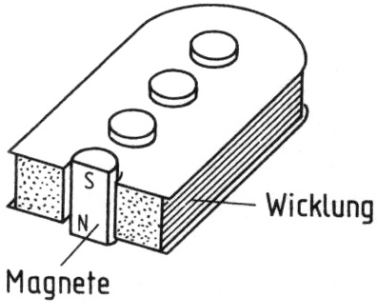
Übertragungskette:

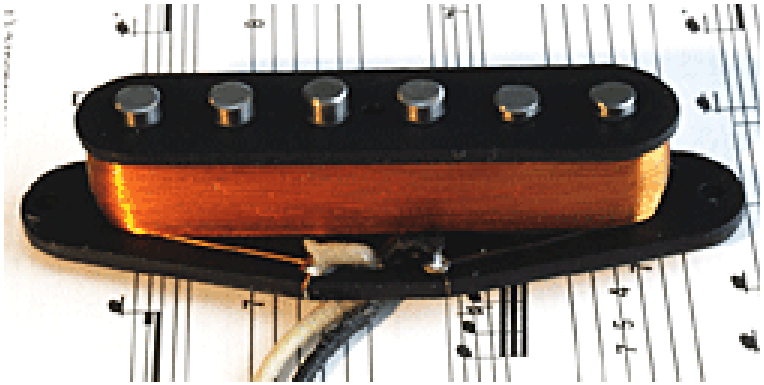
Anschlag
↘
Saiten
↘ ↖
Korpus
↘
Tonabnehmer
↘
Kabel
↘
Verstärker
↘
Lautsprecher
↘
Raumakustik

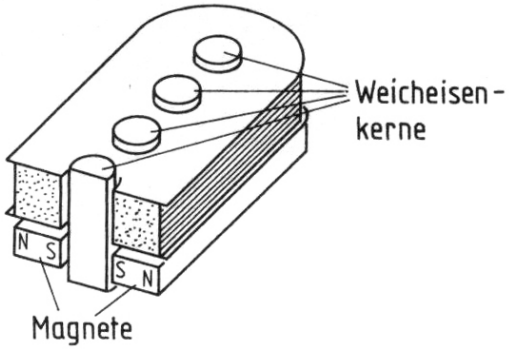
Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Elektromagnetische Tonabnehmer:

Single Coil







Tonabnehmer
Gitarre&Bass

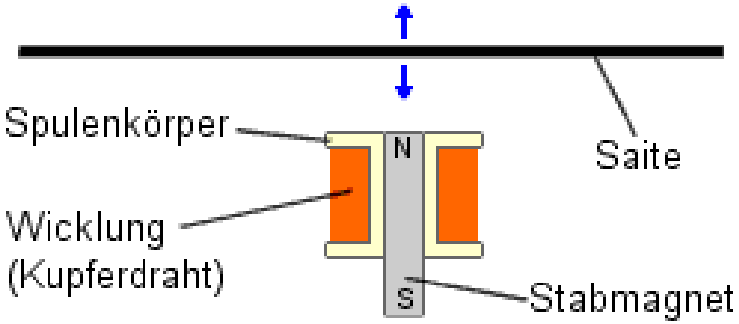
zZounds

Bass-Pickup:
2 Magnetpole pro Saite
(da größere Saitenauslenkung)

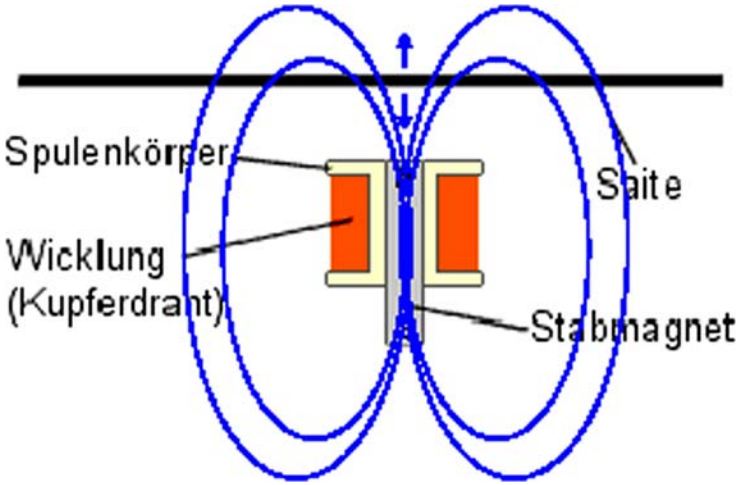
Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Prinzip der Induktion:

In Ruhelage:
Magnetischer Fluss
konstant



Saitenbewegung:
Änderung des Flusses
↓
Spannungsininduktion
$U = -n \times \Phi'$



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Problem bei Single Coil-Tonabnehmern:
Einstreuungen durch Netztransformatoren, Lechtstoffröhren-Drosseln o.ä.

→ Netzbrummen

Lösung von Gibson 1957:
„Humbucker“ (=„brummunterdrückender Tonabnehmer“)
2 Spulen, hintereinander geschaltet, Magnete gegenpolig

→ Brummspannungen löschen sich aus

→ Signalspannungen addieren sich

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

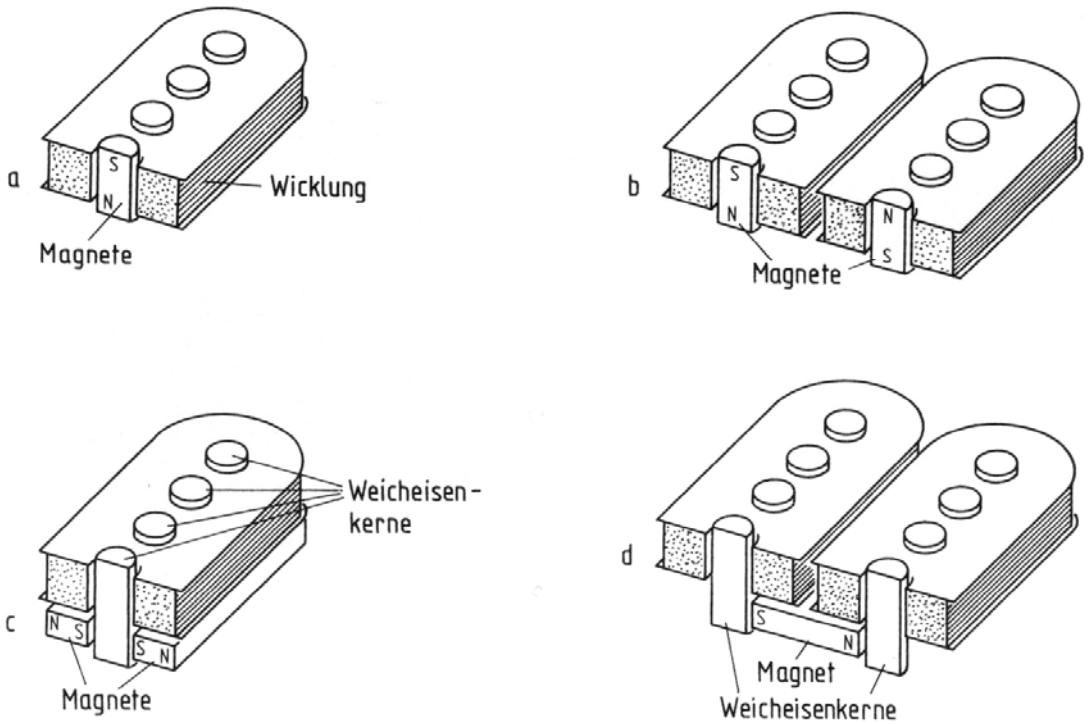
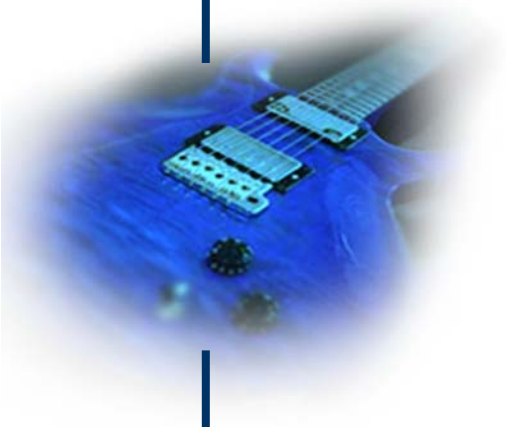
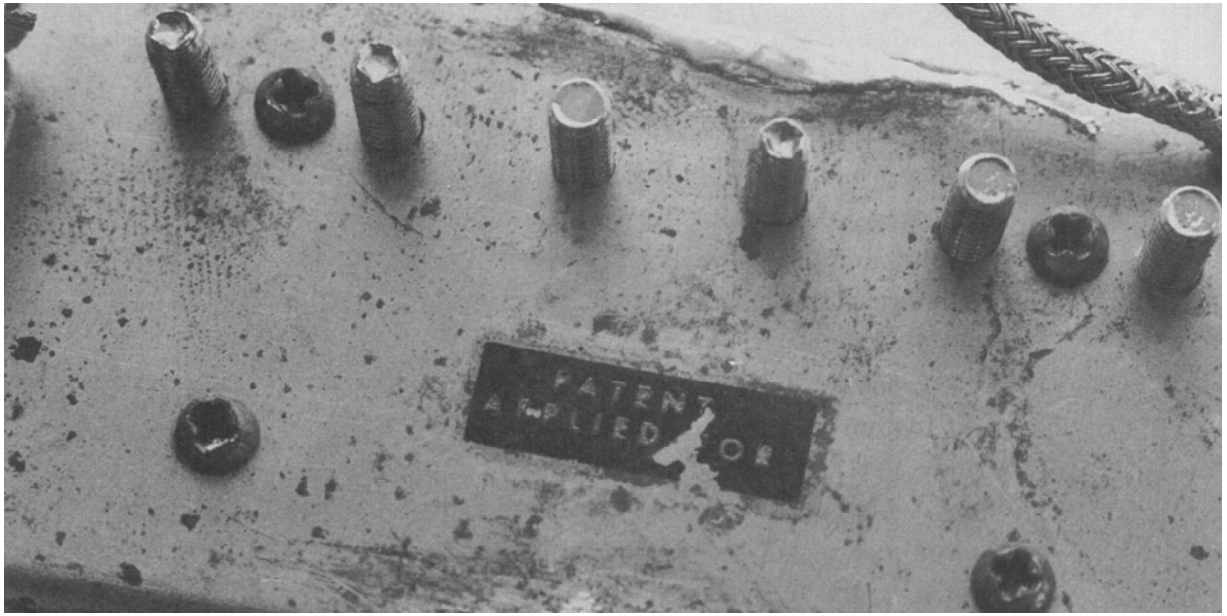


Bild 3.1.3 Die vier häufigsten Anordnungen von Magneten und Spulen:
a) eine Spule, Magnete direkt darin (z. B. Fender Stratocaster)
b) zwei Spulen, Magnete direkt darin (z. B. Fender Humbucker)
c) eine Spule, darin Weicheisenkerne (oft Schrauben), zwei Balkenmagnete darunter (z. B. Gibson „P90“)
d) Zwei Spulen mit Weicheisenkernen (Schrauben oder feste Stäbe (z. B. Gibson Humbucker)



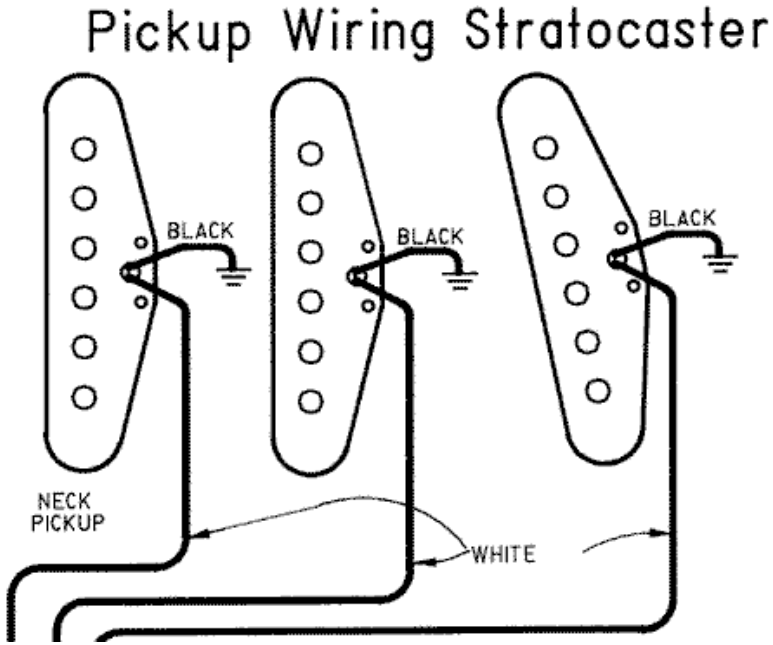
Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Der erste Humbucker:
Gibson 1957 „Patent Applied For“
(erst 1959 erteilt)



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

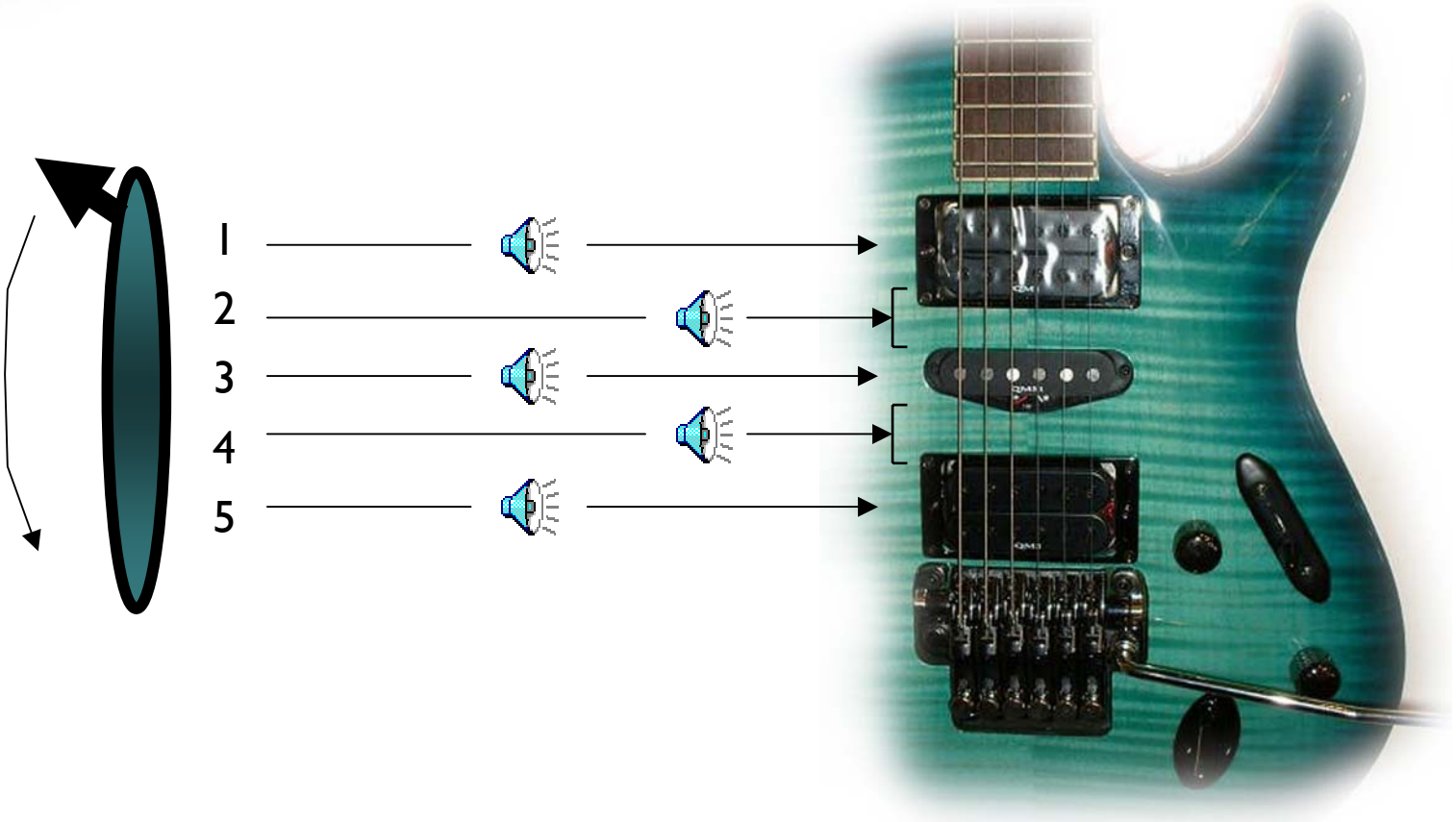
Ab 80er Jahre neue Stratocaster-Schaltung, die sich das Humbucker-Prinzip zu nutze macht:



N	**S**	**N**	oder
S	**N**	**S**	

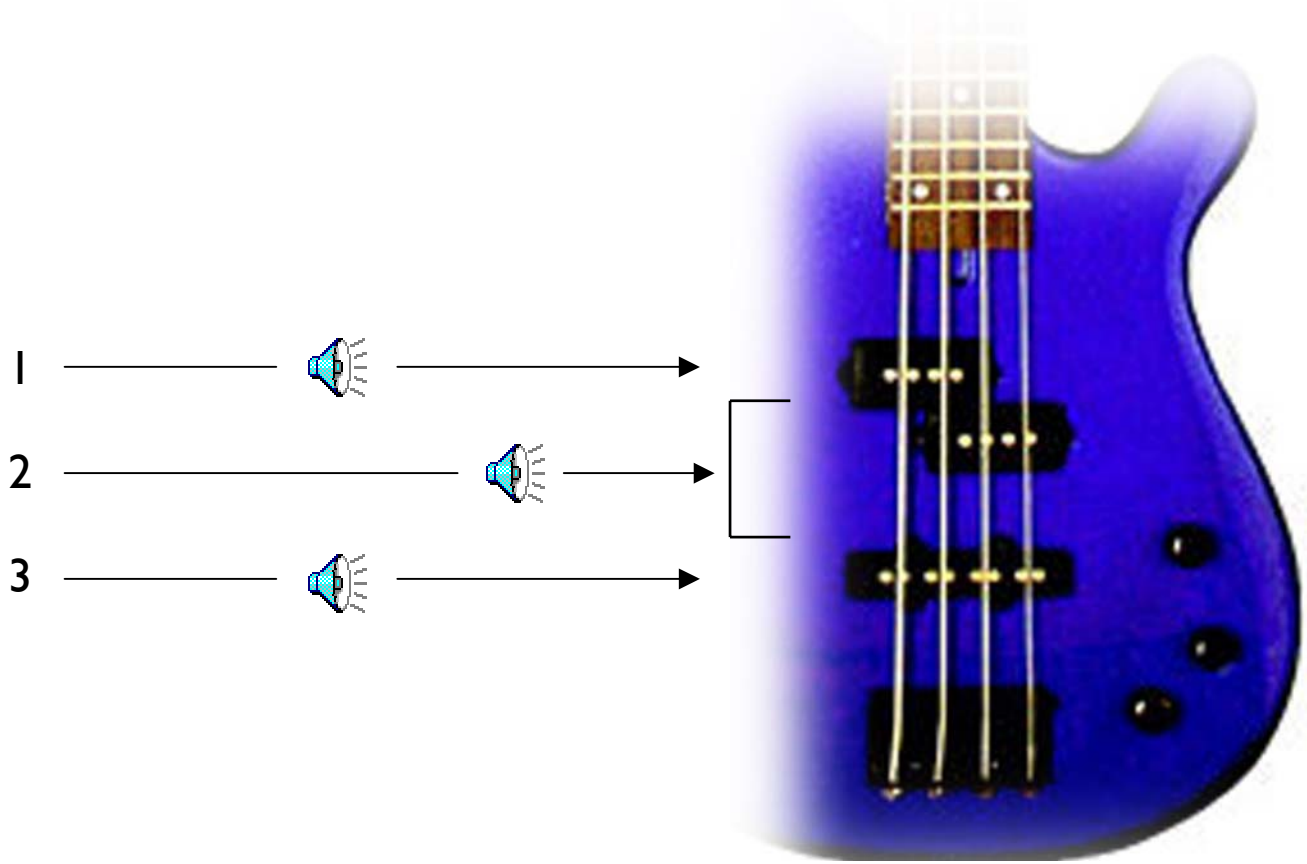
Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Klangbeispiele verschiedener Pickup-Positionen



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Klangbeispiele verschiedener Pickup-Positionen



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Wie kommen die klanglichen Unterschiede zustande?
→ Positionierung

Spannungsabgabe am Tonabnehmer ist abhängig von Schwingungsknoten und –bäuchen

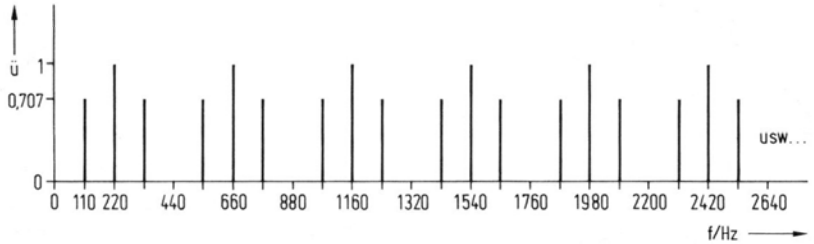


Bild 4.1.1 Klangverfärbung bei der A-Saite, wenn der Tonabnehmer bei einem Viertel der Mensur sitzt.

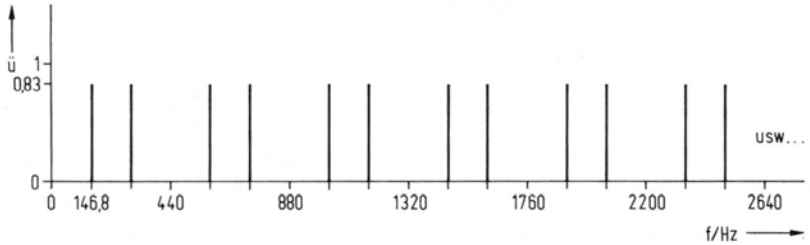


Bild 4.1.2 A-Saite auf dem Ton d gegriffenen; Tonabnehmer bei einem Viertel der Mensur.

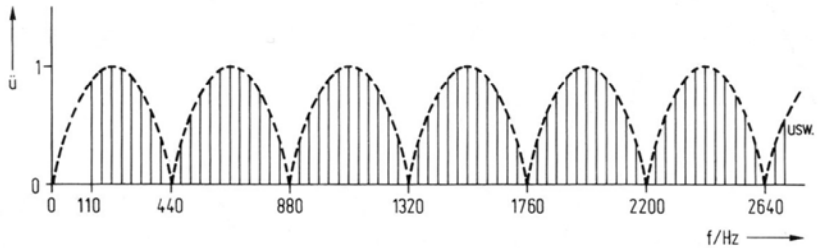
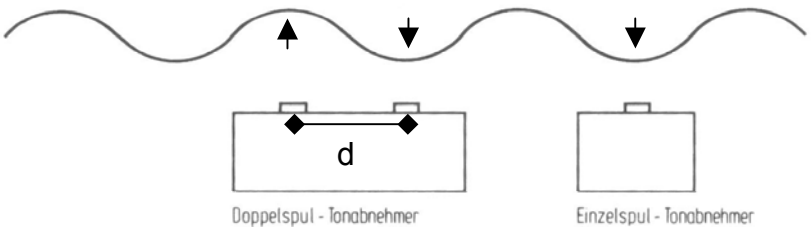


Bild 4.1.3 Klangverfärbung bei der A-Saite für alle Töne

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Wie kommen die klanglichen Unterschiede zustande? → Bauweise

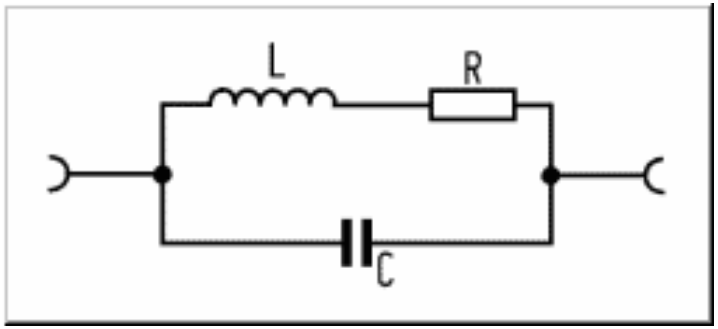
Bestimmte Ober-
schwingungen löschen sich
bei Humbucker aus



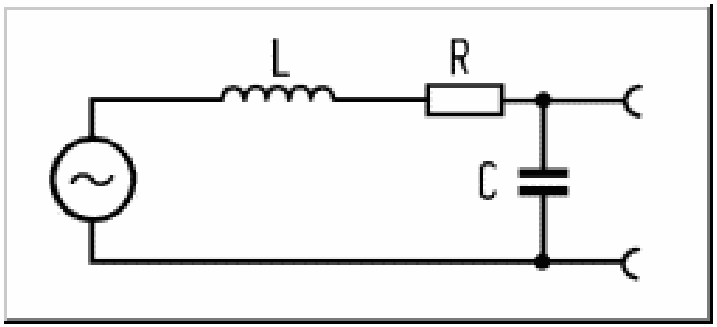
z.B. Polabstand d = 18 mm
Schwingungen mit λ = 36 mm fallen weg
Übertragungslücken:
E-Saite: 2976 Hz, A-Saite: 3972 Hz, d-Saite: 5301 Hz,…

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Wie kommen die klanglichen Unterschiede zustande? → Bauweise

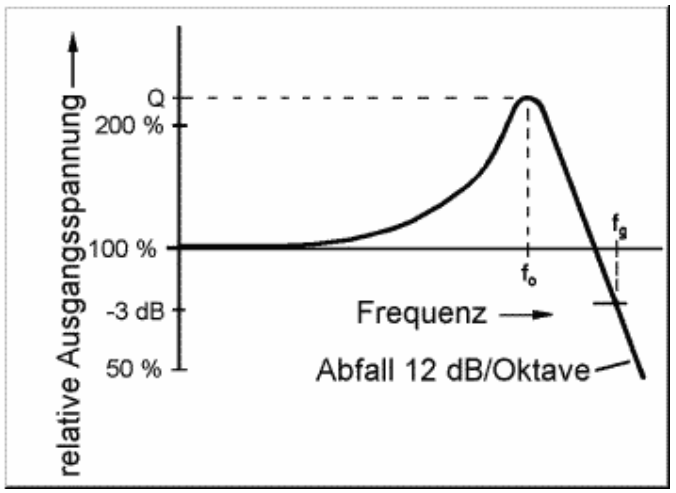


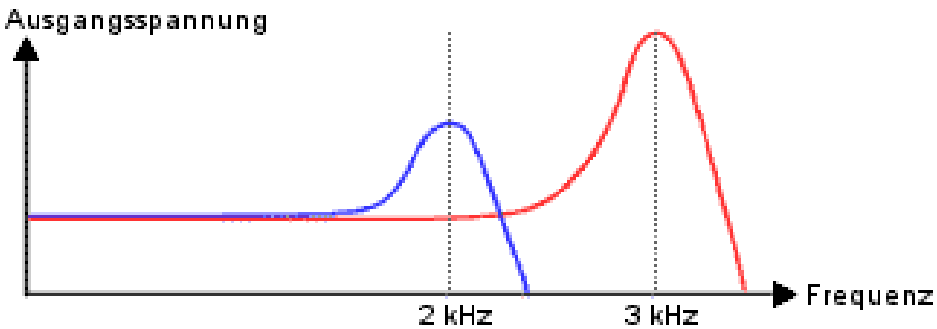
Ersatzschaltbild einer realen Spule:
L = Induktivität
R = Ohmscher Widerstand
C = Wicklungskapazität



Tonabnehmer als Wechselspannungsquelle: Tiefpass 2. Ordnung

Tonabnehmer
Gitarre&Bass





Typische Frequenzgänge:

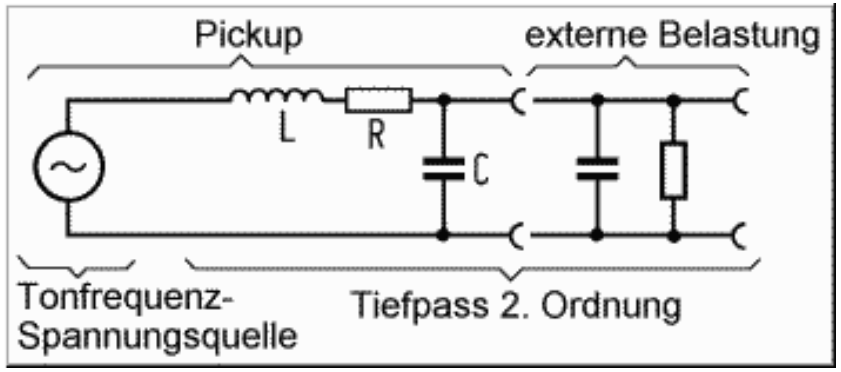
Tiefpass 2. Ordnung mit Grenzfrequenz f_g und Resonanzüberhöhung bei

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

E-Gitarre im Betrieb:

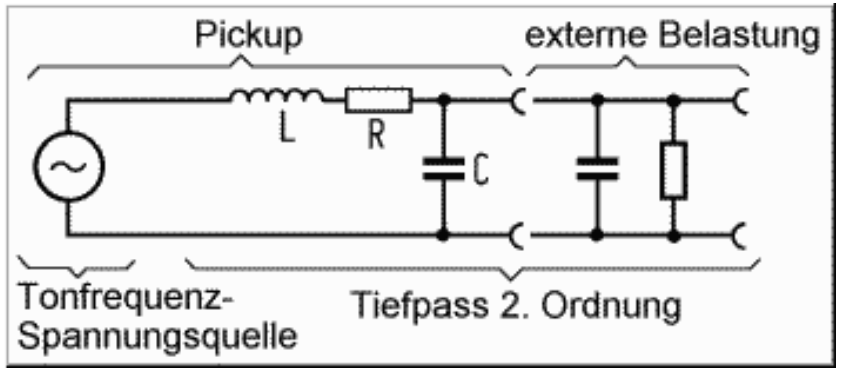
Äußere Belastung durch Potentiometer, Kabel und Verstärker muss in das Schaltbild miteinbezogen werden



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

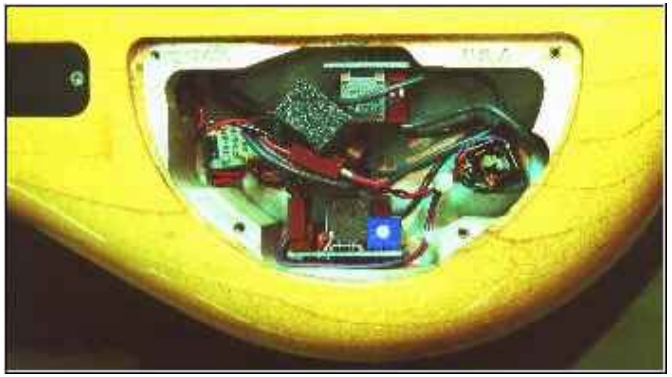
E-Gitarre im Betrieb:

Äußere Belastung durch Potentiometer, Kabel und Verstärker muss in das Schaltbild miteinbezogen werden



→ Resonanzfrequenz ändert sich beim Zusammenschalten mehrerer Tonabnehmer, aber auch bei Austausch des Kabels!

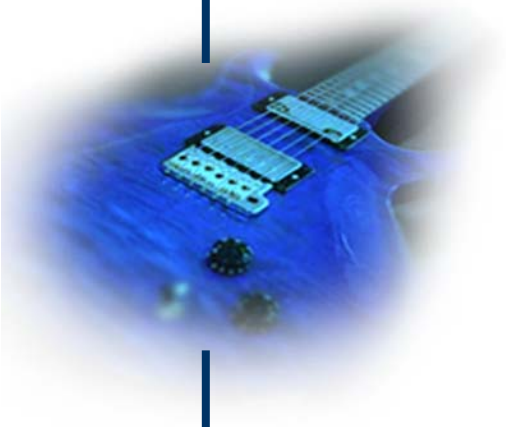
Tonabnehmer
Gitarre&Bass



Aktive Tonabnehmer

Vorteile: höherer Output (gut bei Verzerrer)
Klang ist unabhängig von Kabelkapazität
Frequenzen können angehoben werden

Nachteil: Tonabnehmer benötigt Speisung durch Batterie



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Piezo-Tonabnehmer:

Piezo-Elemente im Steg
eines 4-Saiter-Basses

Mechanischer Druck
↓
Blei-Zirkonat-Titanat
↓
Ladung an Oberfläche

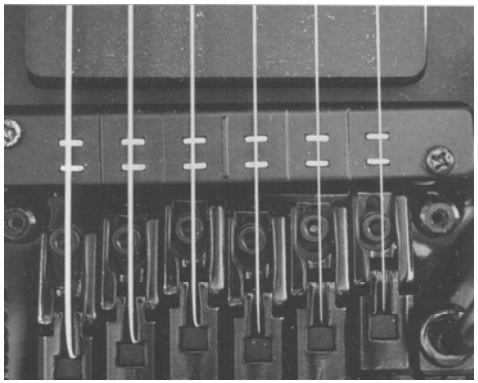
Für alle Saitenarten, sehr natürliches Übertragungs-verhalten (z.B. für klassische Instrumente und Konzertgitarren)

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

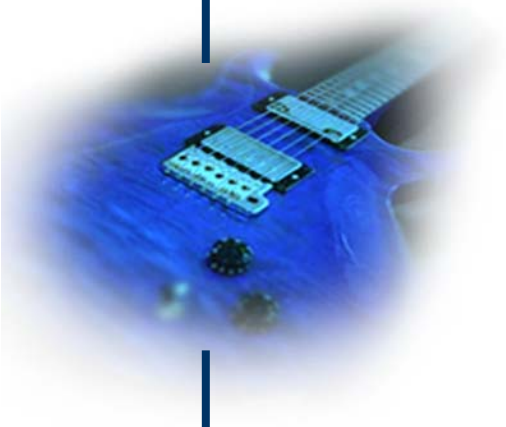
Gitarren-Synthesizer

früher Gitarren-Synthesizer: Avatar

„Synthaxe“ (1984)



Hexaphonischer Tonabnehmer (z.B. für MIDI-Gitarren)



Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Quellen:

H. Lemme, „Elektro-Gitarren-Sound“, Pflaum München1994

R. Beckmann, „Handbuch der PA-Technik“, Elektor Aachen1996

www.gitarrenelektronik.de

www.guitarnuts.de

www.rockprojekt.de/E-Gitarre/e-gitarre.htm

www.elektronikinfo.de/audio/elektrogitarre.htm

www.tfh-berlin.de/~cbradter/DAT/Material/Filter.pdf

Tonabnehmer
Gitarre&Bass

Vielen Dank!